

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-124276  
(P2000-124276A)

(43) 公開日 平成12年4月28日 (2000. 4. 28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 21/66		H 0 1 L 21/66	C 2 G 0 3 2
G 0 1 R 31/302		G 0 1 R 31/28	L 4 M 1 0 6

審査請求 有 請求項の数27 O L (全 20 頁)

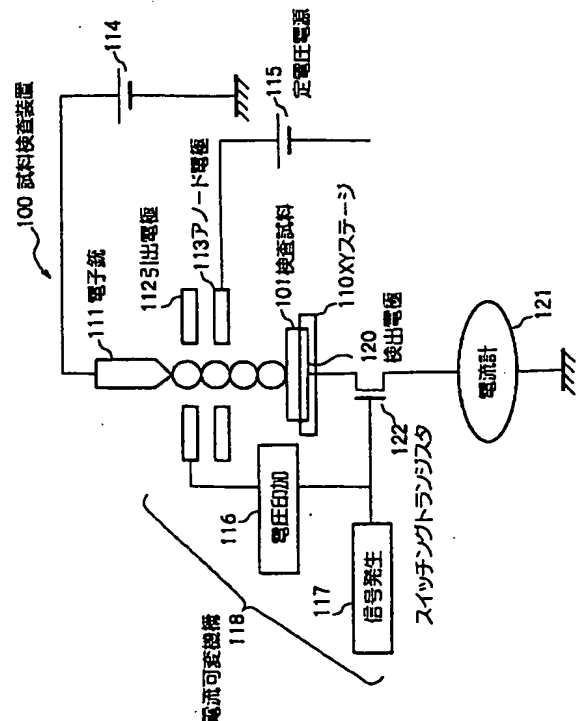
(21) 出願番号	特願平10-300085	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成10年10月21日 (1998. 10. 21)	(72) 発明者	山田 恵三 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74) 代理人	100100893 弁理士 渡辺 勝 (外3名)
		Fターム(参考)	2G032 AA00 AB00 AD01 AF08 4M106 AA01 AA12 AA13 BA02 CA48 DH01 DH16 DH33 DH37 DH60 DJ01 DJ23 DJ38

(54) 【発明の名称】 試料検査装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 スルーホール底部の絶縁層の層厚も簡単に検出できるようにする。

【解決手段】 検査試料101の絶縁層に表面から電子ビームを照射し、検査試料101の裏面に貫通した電流を検出測定する。電子ビームを検査試料101の表面に照射するが、この表面で発生するエネルギーでなく裏面に貫通する電流量を検出するので、絶縁層が微細な縦穴の底部に位置するような場合でも層厚が検出される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁層を具備している検査試料を所定位置に保持する試料保持手段と、  
該試料保持手段に保持された前記検査試料と対向する位置に配置されて電子ビームを発生する電子銃と、  
該電子銃が発生する電子ビームを外部から印加される電圧により加速させて前記検査試料の表面に照射させるアノード電極と、  
該アノード電極に一定の電圧を印加する定電圧電源と、  
電子ビームが表面に照射される前記検査試料の裏面に貫通した電流を検出する検出電極と、  
該検出電極により検出された電流値を測定する電流計と、を具備している試料検査装置。

【請求項 2】 前記検査試料に照射される電子ビームの電流量を周期的に変化させる電流可変手段と、  
該電流可変手段による電流量の変化に対応したタイミングで前記電流計による測定を実行させるタイミング同期手段と、も具備している請求項 1 記載の試料検査装置。

【請求項 3】 前記電流可変手段は、  
前記電子銃が発生する電子ビームを外部から印加される電圧により引き出す引出電極と、  
該引出電極に周期的に変化する電圧を印加する電圧印加手段と、を具備している請求項 2 記載の試料検査装置。

【請求項 4】 振幅が円滑に変化する基準信号を発生する信号発生手段も具備しており、  
前記電圧印加手段は前記信号発生手段が発生する基準信号の振幅に対応して電圧を変化させる請求項 3 記載の試料検査装置。

【請求項 5】 振幅とパルス幅とが一定のパルス信号を発生する信号発生手段も具備しており、  
前記電圧印加手段は前記信号発生手段が発生するパルス信号に対応して電圧を変化させる請求項 3 記載の試料検査装置。

【請求項 6】 前記電流可変手段は、  
電子ビームを遮蔽する電子遮蔽部分と通過させる電子通過部分とを具備して前記アノード電極と前記検査試料との中間に配置されているビーム規制部材と、  
前記アノード電極により加速された電子ビームを周期的に偏向して前記ビーム規制部材の電子通過部分と電子遮蔽部分とを走査させるビーム偏向手段と、を具備している請求項 2 記載の試料検査装置。

【請求項 7】 前記ビーム規制部材は、前記ビーム偏向手段により偏向された電子ビームが通過する位置に前記電子遮蔽部分が位置するとともに偏向されていない電子ビームが通過する位置に前記電子通過部分が位置している請求項 6 記載の試料検査装置。

【請求項 8】 前記ビーム偏向手段は、  
外部から印加される電圧により電子ビームを偏向する偏向電極と、  
振幅が円滑に変化する基準信号を発生する信号発生手段

と、

該信号発生手段が発生する基準信号の振幅に対応して変化する電圧を前記偏向電極に印加する電圧印加手段と、  
を具備している請求項 6 または 7 記載の試料検査装置。

【請求項 9】 前記ビーム偏向手段は、  
外部から印加される電圧により電子ビームを偏向する偏向電極と、  
振幅とパルス幅とが一定のパルス信号を発生する信号発生手段と、

10 該信号発生手段が発生するパルス信号に対応して変化する電圧を前記偏向電極に印加する電圧印加手段と、を具備している請求項 6 または 7 記載の試料検査装置。

【請求項 10】 前記電流可変手段は、前記アノード電極により加速された電子ビームを前記検査試料の表面より内側と外側とに偏向するビーム偏向手段を具備している請求項 2 記載の試料検査装置。

【請求項 11】 前記ビーム偏向手段は、  
外部から印加される電圧により電子ビームを偏向するブランク電極と、  
20 振幅とパルス幅とが一定のパルス信号を発生する信号発生手段と、

該信号発生手段が発生するパルス信号に対応して変化する電圧を前記ブランク電極に印加する電圧印加手段と、  
を具備している請求項 10 記載の試料検査装置。

【請求項 12】 前記信号発生手段が発生するパルス信号の単位時間ごとのパルス数を可変するパルス可変手段も具備している請求項 5, 9, 11 の何れか一記載の試料検査装置。

【請求項 13】 前記信号発生手段が発生するパルス信号のパルスデューティを可変するパルス可変手段も具備している請求項 5, 9, 11 の何れか一記載の試料検査装置。

【請求項 14】 前記電流計により測定された電流値から前記検査試料の絶縁層の層厚を検出する層厚検出手段も具備している請求項 2 ないし 13 の何れか一記載の試料検査装置。

【請求項 15】 前記電流計により測定される電流値が一定となるように前記電流可変手段をフィードバック制御する動作制御手段と、

40 該動作制御手段のフィードバック制御の度合から前記検査試料の絶縁層の層厚を検出する層厚検出手段と、も具備している請求項 2 記載の試料検査装置。

【請求項 16】 前記電流計により測定される電流値が一定となるように前記電圧印加手段が前記引出電極に印加する電圧をフィードバック制御する動作制御手段と、  
該動作制御手段のフィードバック制御の度合から前記検査試料の絶縁層の層厚を検出する層厚検出手段と、も具備している請求項 3 ないし 5, 12, 13 の何れか一記載の試料検査装置。

50 【請求項 17】 前記電流計により測定される電流値が

とがあるが、その層厚を従来の分析手法により検出することは困難である。

【0008】例えば、絶縁層が表面に露出するまで検査試料の表層部を研磨すれば、従来の分析手法でも絶縁層の層厚を良好に検出することができる。しかし、これでは製造過程の回路装置を非破壊検査することはできず、サンプルを検査するとしても時間を要することになるため、回路装置の製造ラインに検査装置を組み込んで製造と検査とをリアルタイムに実行するようなことは困難である。

【0009】本発明は上述のような課題に鑑みてなされたものであり、微細な縦穴の底部に位置する絶縁層の層厚なども良好かつ迅速に検出することができる試料検査装置および方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の試料検査装置は、絶縁層を具備している検査試料を所定位置に保持する試料保持手段と、該試料保持手段に保持された前記検査試料と対向する位置に配置されて電子ビームを発生する電子銃と、該電子銃が発生する電子ビームを外部から印加される電圧により加速させて前記検査試料の表面に照射させるアノード電極と、該アノード電極に一定の電圧を印加する定電圧電源と、電子ビームが表面に照射される前記検査試料の裏面に貫通した電流を検出する検出電極と、該検出電極により検出された電流値を測定する電流計と、を具備している。

【0011】従って、本発明の試料検査装置の試料検査方法では、絶縁層を具備している検査試料を試料保持手段が所定位置に保持し、この状態で電子銃が電子ビームを発生する。このとき、定電圧電源がアノード電極に一定の電圧を印加するので、この電圧によりアノード電極が電子ビームを加速させて検査試料の表面に照射させる。この電子ビームが表面に照射される検査試料の裏面に貫通した電流を検出電極が検出し、この検出された電流値を電流計が測定するので、例えば、この電流値から検査試料の絶縁層の層厚が検出される。電子ビームを検査試料の表面に照射するが、この表面で発生するエネルギーでなく裏面に貫通する電流量を検出するので、絶縁層が微細な縦穴の底部に位置するような場合でも層厚が検出される。

【0012】なお、一般的に絶縁体とは電子を透過しない物質を意味するが、実際には極薄の絶縁体に十分な強度の電子ビームを照射すると、絶縁体は抵抗体として作用する。例えば、半導体回路での絶縁体の代表であるシリコン酸化膜に、真空中で数十Vから数kVの電圧により加速された電子ビームを照射すると、これは数百オングストロームまで浸透する。そこで、図6に示すように、十分な強度の電子ビームを検査試料の絶縁層に表面から照射すると、その裏面まで貫通する電流量は絶縁層の層厚に略反比例するので、この電流量を測定すれば絶

縁層の層厚を検出できることになる。

【0013】上述のような試料検査装置において、前記検査試料に照射される電子ビームの電流量を周期的に変化させる電流可変手段と、該電流可変手段による電流量の変化に対応したタイミングで前記電流計による測定を実行させるタイミング同期手段と、を具備していることも可能である。

【0014】この場合、検査試料に照射される電子ビームの電流量を電流可変手段が周期的に変化させ、この変化に対応したタイミングでタイミング同期手段が電流計による測定を実行させる。従って、検査試料に照射される電子ビームの電流量の変化と電流計による測定とが同期するので、測定結果とノイズとが分離される。

【0015】上述のような試料検査装置において、前記電流可変手段は、前記電子銃が発生する電子ビームを外部から印加される電圧により引き出す引出電極と、該引出電極に周期的に変化する電圧を印加する電圧印加手段と、を具備していることも可能である。

【0016】この場合、電圧印加手段が周期的に変化する電圧を引出電極に印加し、この引出電極が印加される電圧により電子銃が発生する電子ビームを引き出すので、これで検査試料に照射される電子ビームの電流量を電流可変手段が周期的に変化させることになる。

【0017】上述のような試料検査装置において、振幅が円滑に変化する基準信号を発生する信号発生手段も具備しており、前記電圧印加手段は前記信号発生手段が発生する基準信号の振幅に対応して電圧を変化させることも可能である。この場合、振幅が円滑に変化する基準信号を信号発生手段が発生し、この基準信号の振幅に対応して電圧印加手段が電圧を変化させるので、これで周期的に変化する電圧が引出電極に印加される。

【0018】上述のような試料検査装置において、振幅とパルス幅とが一定のパルス信号を発生する信号発生手段も具備しており、前記電圧印加手段は前記信号発生手段が発生するパルス信号に対応して電圧を変化させることも可能である。この場合、振幅とパルス幅とが一定のパルス信号を信号発生手段が発生し、このパルス信号に対応して電圧印加手段が電圧を変化させるので、これで周期的に変化する電圧が引出電極に印加される。

【0019】上述のような試料検査装置において、前記電流可変手段は、電子ビームを遮蔽する電子遮蔽部分と通過させる電子通過部分とを具備して前記アノード電極と前記検査試料との中間に配置されているビーム規制部材と、前記アノード電極により加速された電子ビームを周期的に偏向して前記ビーム規制部材の電子通過部分と電子遮蔽部分とを走査させるビーム偏向手段と、を具備していることも可能である。

【0020】この場合、電子ビームを遮蔽する電子遮蔽部分と通過させる電子通過部分とを具備しているビーム規制部材がアノード電極と検査試料との中間に配置さ

ら層厚検出手段が検査試料の絶縁層の層厚を検出するので、電流値の変化による  $S/N$  (Signal-to-Noise ratio) の変化が検出結果に発生しない。

【0036】上述のような試料検査装置において、前記電流計により測定される電流値が一定となるように前記電圧印加手段が前記引出電極に印加する電圧をフィードバック制御する動作制御手段と、該動作制御手段のフィードバック制御の度合から前記検査試料の絶縁層の層厚を検出する層厚検出手段と、を具備していることも可能である。

【0037】この場合、電圧印加手段が引出電極に印加する電圧を動作制御手段がフィードバック制御することで電流計により測定される電流値が一定とされ、このフィードバック制御の度合から層厚検出手段が検査試料の絶縁層の層厚を検出するので、電流値の変化による  $S/N$  の変動が検出結果に発生しない。

【0038】上述のような試料検査装置において、前記電流計により測定される電流値が一定となるように前記電圧印加手段が前記偏向電極に印加する電圧をフィードバック制御する動作制御手段と、該動作制御手段のフィードバック制御の度合から前記検査試料の絶縁層の層厚を検出する層厚検出手段と、を具備していることも可能である。

【0039】この場合、電圧印加手段が偏向電極に印加する電圧を動作制御手段がフィードバック制御することで電流計により測定される電流値が一定とされ、このフィードバック制御の度合から層厚検出手段が検査試料の絶縁層の層厚を検出するので、電流値の変化による  $S/N$  の変動が検出結果に発生しない。

【0040】上述のような試料検査装置において、前記電流計により測定される電流値が一定となるように前記電圧印加手段が前記ブランク電極に印加する電圧をフィードバック制御する動作制御手段と、該動作制御手段のフィードバック制御の度合から前記検査試料の絶縁層の層厚を検出する層厚検出手段と、を具備していることも可能である。

【0041】この場合、電圧印加手段がブランク電極に印加する電圧を動作制御手段がフィードバック制御することで電流計により測定される電流値が一定とされ、このフィードバック制御の度合から層厚検出手段が検査試料の絶縁層の層厚を検出するので、電流値の変化による  $S/N$  の変動が検出結果に発生しない。

【0042】上述のような試料検査装置において、前記層厚検出手段により検出された前記絶縁層の層厚を所定の許容範囲と比較して前記検査試料の良否を判定する良否判定手段を具備していることも可能である。この場合、層厚検出手段により検出された絶縁層の層厚を良否判定手段が所定の許容範囲と比較して検査試料の良否を判定するので、絶縁膜の層厚による検査試料の良否が自動的に判定される。

【0043】なお、本発明で言う各種手段は、その機能を実現するように形成されていれば良く、例えば、専用のハードウェア、適正な機能がプログラムにより付与されたコンピュータ、適正なプログラムによりコンピュータの内部に実現された機能、これらの組み合わせ、等を許容する。

【0044】

【発明の実施の形態】本発明の実施の第一の形態を図1ないし図6を参照して以下に説明する。なお、図1は本実施の形態の試料検査装置を示す模式図、図2はデータ処理装置であるコンピュータシステムの機能の論理構造を示す模式的なブロック図、図3はコンピュータシステムのハードウェアの物理構造を示す実地的なブロック図、図4は回路製造システムを示す模式図、図5は検査試料である集積回路装置の内部構造を示す縦断正面図、図6は検査試料の絶縁層の層厚と検出される電流値との関係を示す特性図、である。

【0045】本実施の形態の試料検査装置100が検査対象とする検査試料101は、図5に示すように、例えば、集積回路装置であり、基板102の表面に導電パターン103と絶縁層104とが積層されている。ただし、この絶縁層104には導電パターン103まで到達するスルーホール105が形成されているが、図示する検査試料101の場合、スルーホール105の底部に本来は除去されているべき絶縁層106が残存している。

【0046】本実施の形態の試料検査装置100は、図1に示すように、試料保持手段としてxyステージ110を具備しており、このxyステージ110は、検査試料101を水平方向であるxy方向に移動自在に支持して所定位置に保持する。このxyステージ110に上方から対向する位置には、フィールドエミッション型の電子銃111が配置されており、この電子銃111より下方に引出電極112とアノード電極113とが順番に配置されている。

【0047】電子銃111は電子ビームを発生し、引出電極112は外部から印加される電圧により引き出す。アノード電極113は、引出電極112により電子銃111から引き出された電子ビームを外部から印加される電圧により加速させ、検査試料101の表面に照射させる。

【0048】電子銃111およびアノード電極113には、定電圧電源114、115が各々接続されており、引出電極112には、電圧印加手段である電圧印加回路116が接続されている。この電圧印加回路116には、信号発生手段である信号発生回路117が接続されており、これらの回路116、117と引出電極112とで電流可変手段である電流可変機構118が形成されている。

【0049】定電圧電源114は電子銃111に定電圧を供給するので、この電子銃111は電子ビームを一定

料 101 を試料検査装置 100 に供給する。

【0065】この回路製造システム 140 は、試料検査装置 100 の位置から後方では製造出荷ライン 141 と精査廃棄ライン 142 とに分岐しており、これらのライン 141, 142 の一方に検査試料 101 を搬送する。そこで、本実施の形態の回路製造システム 140 は、専用のコンピュータシステムからなるラインコントローラ 143 を具備しており、このラインコントローラ 143 が回路製造システム 140 の各部を統合制御する。

【0066】例えば、この回路製造システム 140 のラインコントローラ 143 には試料検査装置 100 のコンピュータシステム 130 が接続されており、このコンピュータシステム 130 の良品判定に対応してラインコントローラ 143 が検査試料 101 の搬送先を製造出荷ライン 141 と精査廃棄ライン 142 とに切換制御する。

【0067】良品処理プログラムに対応して動作するコンピュータシステム 130 は、上述のようにラインコントローラ 143 に製造出荷ライン 141 を選択させてから、検査試料 101 から検出した絶縁層 106 の層厚を位置などとともに関路製造システム 140 にデータ通知する。

【0068】不良処理プログラムに対応して動作するコンピュータシステム 130 は、上述のようにラインコントローラ 143 に精査廃棄ライン 142 を選択させてから、やはり絶縁層 106 の層厚を位置などとともに関路製造システム 140 にデータ通知する。

【0069】なお、試料検査装置 100 の電子銃 111 や各種電極 112, 113 や x y ステージ 110 等の部分は、実際には開閉ハッチを具備した密閉容器の内部に配置されており、この密閉容器には吸引ポンプが配管されている(図示せず)。密閉容器は開閉ハッチが開放された部分から検査試料 101 が出し入れされ、吸引ポンプは開閉ハッチが閉止された密閉容器の内部を " $10^{-2}$  (Pa)" 以下の気圧に減圧する。

【0070】上述のような構成において、本実施の形態の試料検査装置 100 は、前述のように集積回路装置の回路製造システム 140 に一部として設置されており、この回路製造システム 140 で集積回路装置として製造される過程の検査試料 101 の良否を検査する。

【0071】試料検査装置 100 より前段の回路製造システム 140 では、基板 102 の表面に導電パターン 103 が形成されてから絶縁層 104 が積層され、この絶縁層 104 に導電パターン 103 まで到達するスルーホール 105 が形成される。つまり、検査試料 101 が良品であるとスルーホール 105 の底部に絶縁層 106 が残存せず、不良であると残存する。

【0072】このような検査試料 101 が本実施の形態の試料検査装置 100 に供給されると、この試料検査装置 100 では x y ステージ 110 により検査試料 101 が所定位置に保持される。この状態で電子銃 111 が電

子ビームを発生するので、これに同期して電圧印加回路 116 が引出電極 112 に電圧を印加するとともに、定電圧電源 115 がアノード電極 113 に電圧を印加する。

【0073】そこで、電子銃 111 が発生する電子ビームが引出電極 112 により引き出されてアノード電極 113 により加速され、x y ステージ 110 に保持された検査試料 101 のスルーホール 105 の内部に照射される。このように検査試料 101 に表面から照射される電子ビームは裏面まで貫通するので、この貫通した電流を検出電極 120 が検出して電流計 121 が測定する。

【0074】このとき、引出電極 112 に印加されて電子銃 111 から電子ビームを引き出す電圧を、信号発生回路 117 が発生する基準信号の振幅に対応して電圧印加回路 116 が周期的に変化させ、この基準信号に対応して電流計 121 の測定タイミングがスイッチングトランジスタ 122 でオン/オフされる。このため、検査試料 101 に照射される電子ビームの電流量が周期的に変化され、この変化に同期したタイミングで電流計 121 が貫通電流を測定することになる。

【0075】このように測定された電流値はコンピュータシステム 130 により絶縁層 106 の層厚に換算され、この層厚が所定の許容範囲と比較されて検査試料 101 の良否が判定される。これで良品と判定された検査試料 101 は回路製造システム 140 の製造出荷ライン 141 に搬送されて以後の製造工程に供与され、不良と判定された検査試料 101 は精査廃棄ライン 142 に搬送されて精密検査や廃棄処分が実行されることになる。

【0076】本実施の形態の試料検査装置 100 は、電子ビームを検査試料 101 に表面から照射するが、その表面に発生するエネルギーではなく裏面に貫通する電流を測定するので、スルーホール 105 の底部に位置する絶縁層 106 も良好に検査することができる。

【0077】特に、検査試料 101 に照射される電子ビームの電流量を周期的に変化させ、この変化に同期したタイミングで電流計 121 による測定を実行させるので、外部の電磁波が電流計 121 の測定結果にノイズとして混入しても、このノイズを測定結果から容易に分離することができる。

【0078】しかも、検査試料 101 に照射される電子ビームの電流量を引出電極 112 の電圧により周期的に変化させるので、絶縁層 106 の層厚を良好な精度で検出することができる。つまり、電子ビームの加速電圧を変化させても電流計 121 の測定結果から電磁波のノイズを分離することはできるが、電子ビームの加速を変化させると検査試料 101 を透過する能力も変化するため、絶縁層 106 の層厚の検出結果には誤差が発生する。

【0079】しかし、本実施の形態の試料検査装置 100 は、上述のようにアノード電極 113 の電圧は一定に

の検査実行部 162 には回路製造システム 140 から検査試料 101 を供給させる。そこで、二個の検査実行部 161、162 で基準試料 164 と検査試料 101 との測定を同時に実行し、その結果をコンピュータシステム 163 で比較して検査試料 101 の良否を判定する。

【0095】このような試料検査装置 160 では、検査試料 101 から測定された結果が同時に基準試料 164 から測定された結果と比較されるので、例えば、各種要因により実際に製造される基準試料 164 の測定結果が設計値とは相違する場合でも、検査試料 101 の良否を的確に判定することができる。また、電磁波などの外乱によるノイズを二つの測定結果に同様に作用させて相殺させることもできるので、良否判定の精度を向上させることもできる。

【0096】なお、許容範囲をデータ設定しておく試料検査装置 100 では、適正な許容範囲を事前にデータ設定しておく必要があり、良否判定の精度が外乱により低下することもあるが、検査実行部は一個で良いので装置構造が簡単で小型軽量である。

【0097】一方、検査試料 101 と基準試料 164 との測定結果を比較する試料検査装置 160 では、検査実行部 161、162 は二個なので装置構造が複雑で小型軽量化が困難であるが、良否判定の精度は良好で許容範囲のデータ設定も必要ない。つまり、上述の試料検査装置 100、160 も相互に一長一短が存在するので、実際には要求性能や装置仕様を考慮して適正な一方を選択することが好適である。

【0098】さらに、上記形態では検査試料 101 の検査位置が一つであることを想定し、xy ステージ 110 で検査試料 101 を適正な位置に保持することを例示した。しかし、実際の検査試料 101 では検査位置が複数の場合が想定されるので、このような場合には xy ステージ 110 を動作制御して一個の検査試料 101 の複数の位置を順番に検査することが好適である。

【0099】実際には検査試料 101 は微細で位置制御は困難なので、xy ステージ 110 に保持された検査試料 101 を撮像するカメラ装置（図示せず）を設け、その撮像画像をコンピュータシステム（図示せず）により集積回路装置の設計データなどとパターンマッチングさせて xy ステージ 110 を動作制御することが好適である。

【0100】なお、このような複数の位置に存在する絶縁層の適正な層厚が個々に相違することも想定できるので、その場合には複数の位置の絶縁層 106 ごとに適正な演算係数や許容範囲もデータ設定しておき、これらを検査位置ごとに選択することが好適である。

【0101】ただし、複数の絶縁層の適正な層厚が同等な場合や、同一の複数の絶縁層が繰り返して形成されている場合には、その平均値などに対応した一つの演算係数や許容範囲をデータ設定しておき、設定データの記憶容

量を節約することも可能である。

【0102】さらに、上記形態では RAM 133 に一時保存される絶縁層 106 の層厚の許容範囲をキーボード 134 により入力操作することを例示したが、例えば、良品の基準試料 164 から実測した層厚に基づいて許容範囲を設定することも可能である。

【0103】また、上記形態では信号発生回路 117 が発生する正弦波状の基準信号の振幅に対応して変化する電圧を電圧印加回路 116 が引出電極 112 に印加することを例示したが、正弦波は正負に変化するので、これに電圧を単純に対応させると、電圧が印加されない時間が半分は発生することになる。これが問題となる場合には、電圧をオフセットさせて 0 以上の範囲で正弦波状に変化させることが好適である。

【0104】つぎに、本発明の実施の第二の形態を図 9 を参照して以下に説明する。ただし、これより以下の実施の形態では、前述した実施の第一の形態と同一の部分は同一の名称および符号を使用して詳細な説明は省略する。なお、同図は本実施の形態の試料検査装置を示す模式図である。

【0105】本実施の形態の試料検査装置 200 では、信号発生手段である信号発生回路 201 が振幅とパルス幅とが一定で周波数がギガヘルツオーダのパルス信号を基準信号として発生するので、電圧印加回路 116 は信号発生回路 201 のパルス信号に対応して引出電極 112 の電圧を変化させ、スイッチングトランジスタ 122 は信号発生回路 201 のパルス信号に対応して検出電極 120 と電流計 121 との接続をオン/オフする。

【0106】また、電子銃 111 と定電圧電源 114 との配線には、定電流化回路 202 が挿入されており、この定電流化回路 202 は定電圧電源 114 から電子銃 111 に供給される電力の電流値を一定とする。また、コンピュータシステム 130 には、電流計 121 で時分割に測定される電流値を所定時間ごとに蓄積し、その平均値を算出する機能がソフトウェアにより追加されている。

【0107】上述のような構成において、本実施の形態の試料検査装置 200 も、前述した試料検査装置 100 と同様に、検査試料 101 の絶縁層 106 の層厚を検出して良否を判定することができる。ただし、本実施の形態の試料検査装置 200 では、信号発生回路 201 が振幅とパルス幅とが一定のパルス信号を発生し、このパルス信号に対応して電圧印加回路 116 が電圧を変化させるので、これで周期的に変化する電圧が引出電極 112 に印加される。

【0108】このとき、定電圧電源 114 が発生する電力は定電流化回路 202 により一定の電流値とされて電子銃 111 に供給されるので、この電子銃 111 が発生して引出電極 112 により引き出される電子ビームは、電流値が一定の状態でもオン/オフされることになる。

極 301 の偏向とは反対の方向に修正するので、電子ビームを検査試料 101 の適正な位置に照射することができる。

【0124】なお、上記形態では偏向電極 301 や補正電極 303 が電圧による静電引力で電子ビームを偏向することを例示したが、この偏向を磁力で実行することも可能である。また、上記形態ではアパーチャプレート 302 の貫通孔を円形に形成することを例示したが、これを電子ビームの走査方向と直交するスリットとして形成することも可能である。

【0125】さらに、上記形態では補正電極 303 に単純に偏向電極 301 とは反対の極性の電圧を印加して偏向された電子ビームの方向を修正することを例示したが、例えば、上述のような補正電極 303 に印加する電圧を独自に制御して電子ビームの照射位置を所望により移動させ、xy ステージ 110 を省略するようなことも可能である。

【0126】また、上記形態では電子ビームの電流量を一定とするため、これを電流検出器 307 により検出して駆動電源 308 から引出電極 112 に供給する電力をフィードバック制御することを例示したが、これを前述した定電流化回路 202 に換装することも可能である。電子ビームの電流量を定電流化回路 202 により制御するほうが簡単であるが、フィードバック制御のほうが確実なので、これらも各種条件を考慮して選択することが好適である。

【0127】また、上述のような構成の試料検査装置 300 において、図 12 に例示する試料検査装置 310 のように、動作制御手段である動作制御回路 151 を追加し、そのフィードバック制御の度合から検査試料 101 の絶縁層 106 の層厚を検出することも可能である。

【0128】さらに、上記形態ではパルスデューティが一对一のパルス信号を信号発生回路 201 が発生することを例示したが、信号発生回路 201 が発生するパルス信号のパルスデューティを可変自在とすることも可能である。この場合、電子ビームが検査試料 101 に照射される時間と照射されない時間との比率が可変されるので、検出結果の S/N を考慮しながら消費電力の無駄を軽減することができる。

【0129】さらに、図 13 に例示する試料検査装置 320 のように、振幅とパルス幅とが一定のパルス信号を基準信号として発生する信号発生回路 201 を電圧印加回路 116 に接続し、補正電極 303 を省略することも可能である。

【0130】この場合、偏向電極 302 による電子ビームの偏向方向が、パルス信号に対応して中央と側方とにデジタル的に変化するので、検査試料 101 には変更されていない電子ビームのみ照射されることになり、検査試料 101 に照射される電子ビームの方向を補正電極 303 により補正する必要がない。

【0131】さらに、このような構成の試料検査装置 320 において、図 14 に例示する試料検査装置 330 のように、動作制御手段である動作制御回路 151 を追加し、そのフィードバック制御の度合から検査試料 101 の絶縁層 106 の層厚を検出することも可能である。この試料検査装置 320 でも、動作制御回路 151 は信号発生回路 201 が発生するパルス信号の単位時間ごとのパルス数やパルスデューティを調節すれば良い。

【0132】つぎに、本発明の実施の第四の形態を図 15 を参照して以下に説明する。ただし、本実施の形態の試料検査装置 400 において上述した試料検査装置 320 と同一の部分は、同一の名称および符号を使用して詳細な説明は省略する。なお、同図は本実施の形態の試料検査装置を示す模式図である。

【0133】本実施の形態の試料検査装置 400 でも、アノード電極 113 と検査試料 101 との間隙に電流可変手段である電流可変機構 401 のビーム偏向手段であるビーム偏向器 402 が配置されているが、アパーチャプレートや補正電極は省略されている。ただし、検査試料 101 の外側にはアパーチャプレートに相当する放電電極 403 が配置されており、この放電電極 403 が接地されている。

【0134】ビーム偏向器 402 は偏向電極としてブランク電極 404 を具備しており、このブランク電極 404 には電圧印加回路 116 が接続されており、この電圧印加回路 116 には信号発生回路 201 が接続されている。この信号発生回路 201 が発生するパルス信号に対応して電圧印加回路 116 は周期的に変化する電圧をブランク電極 404 に印加し、このブランク電極 404 は、印加される電圧に対応して電子ビームを検査試料 101 の表面より内側と外側とに偏向する。

【0135】上述のような構成において、本実施の形態の試料検査装置 400 では、振幅とパルス幅とが一定のパルス信号を信号発生回路 117 が発生し、このパルス信号に対応して変化する電圧を電圧印加回路 116 がブランク電極 404 に印加するので、このブランク電極 404 は印加される電圧により電子ビームを偏向する。ただし、ブランク電極 404 は電子ビームを検査試料 101 の表面より内側と外側とに偏向するので、これで検査試料 101 に照射される電子ビームの電流量が周期的に変化される。

【0136】このため、本実施の形態の試料検査装置 400 でも、前述した試料検査装置 300 等と同様に、検査試料 101 の表面に照射される電子ビームの電流量を周期的に変化させることができ、これに同期して検査試料 101 の裏面の貫通電流を測定できるので、この測定を良好な S/N で実行することができる。

【0137】なお、上述のような構成の試料検査装置 400 において、図 16 に例示する試料検査装置 410 のように、動作制御手段である動作制御回路 151 を追加

て獲得することができる。

【0154】また、電流可変手段を動作制御手段がフィードバック制御することで電流計により測定される電流値が一定とされ、このフィードバック制御の度合から層厚検出手段が検査試料の絶縁層の層厚を検出することにより、電流値の変化による  $S/N$  の変化が検出結果に発生しないので、良好な精度で絶縁層の層厚を測定することができる。

【0155】また、電圧印加手段が引出電極に印加する電圧を動作制御手段がフィードバック制御することで電流計により測定される電流値が一定とされ、このフィードバック制御の度合から層厚検出手段が検査試料の絶縁層の層厚を検出することにより、電流値の変化による  $S/N$  の変化が検出結果に発生しないので、良好な精度で絶縁層の層厚を測定することができる。

【0156】また、電圧印加手段が偏向電極に印加する電圧を動作制御手段がフィードバック制御することで電流計により測定される電流値が一定とされ、このフィードバック制御の度合から層厚検出手段が検査試料の絶縁層の層厚を検出することにより、電流値の変化による  $S/N$  の変化が検出結果に発生しないので、良好な精度で絶縁層の層厚を測定することができる。

【0157】また、電圧印加手段がブランク電極に印加する電圧を動作制御手段がフィードバック制御することで電流計により測定される電流値が一定とされ、このフィードバック制御の度合から層厚検出手段が検査試料の絶縁層の層厚を検出することにより、電流値の変化による  $S/N$  の変化が検出結果に発生しないので、良好な精度で絶縁層の層厚を測定することができる。

【0158】また、層厚検出手段により検出された絶縁層の層厚を良否判定手段が所定の許容範囲と比較して検査試料の良否を判定することにより、絶縁膜の層厚による検査試料の良否を自動的に判定することができ、例えば、製造ラインで製造過程の集積回路装置を良品と不良とに判別するようなことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の第一の形態の試料検査装置を示す模式図である。

【図2】データ処理装置であるコンピュータシステムの機能の論理構造を示す模式的なブロック図である。

【図3】コンピュータシステムのハードウェアの物理構造を示す実地的なブロック図である。

【図4】回路製造システムを示す模式図である。

【図5】検査試料である集積回路装置の内部構造を示す縦断正面図である。

【図6】検査試料の絶縁層の層厚と検出される電流値と

の関係を示す特性図である。

【図7】一変形例の試料検査装置を示す模式図である。

【図8】一変形例の回路製造システムを示す模式図である。

【図9】本発明の実施の第二の形態の試料検査装置を示す模式図である。

【図10】一変形例の試料検査装置を示す模式図である。

【図11】本発明の実施の第三の形態の試料検査装置を示す模式図である。

【図12】第一の変形例の試料検査装置を示す模式図である。

【図13】第二の変形例の試料検査装置を示す模式図である。

【図14】第三の変形例の試料検査装置を示す模式図である。

【図15】本発明の実施の第四の形態の試料検査装置を示す模式図である。

【図16】一変形例の試料検査装置を示す模式図である。

#### 【符号の説明】

100, 150, 200, 210, 300, 310, 320, 330, 400, 410 試料検査装置

101 検査試料

106 絶縁層

110 試料保持手段である x y ステージ

111 電子銃

112 引出電極

113 アノード電極

115 定電圧電源

116 電圧印加手段である電圧印加回路

117, 201 信号発生手段である信号発生回路

118, 306, 401 電流可変手段である電流可変機構

120 検出電極

121 電流計

122 タイミング同期手段に相当するスイッチングトランジスタ

130, 163 各種手段として機能するコンピュータシステム

140 回路製造システム

151 動作制御手段である動作制御回路

301 偏向電極

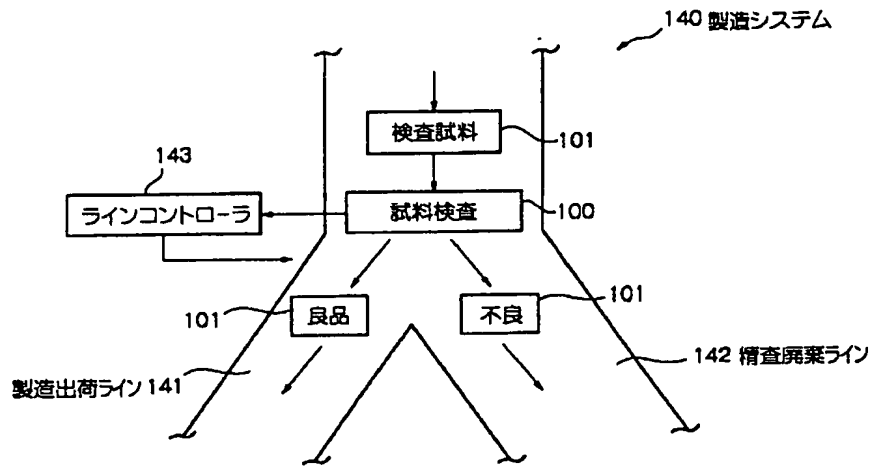
302 ビーム規制部材であるアパーチャプレート

305, 402 ビーム偏向手段であるビーム偏向器

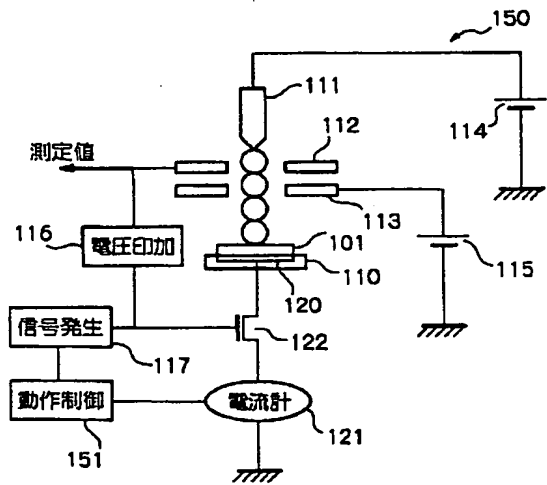
404 ブランク電極



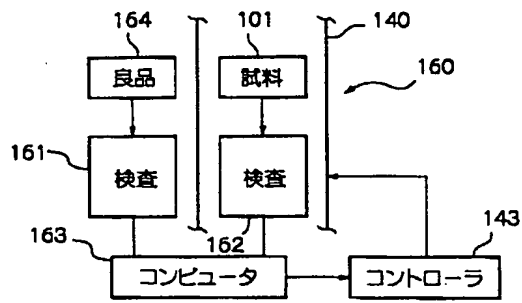
【図 4】



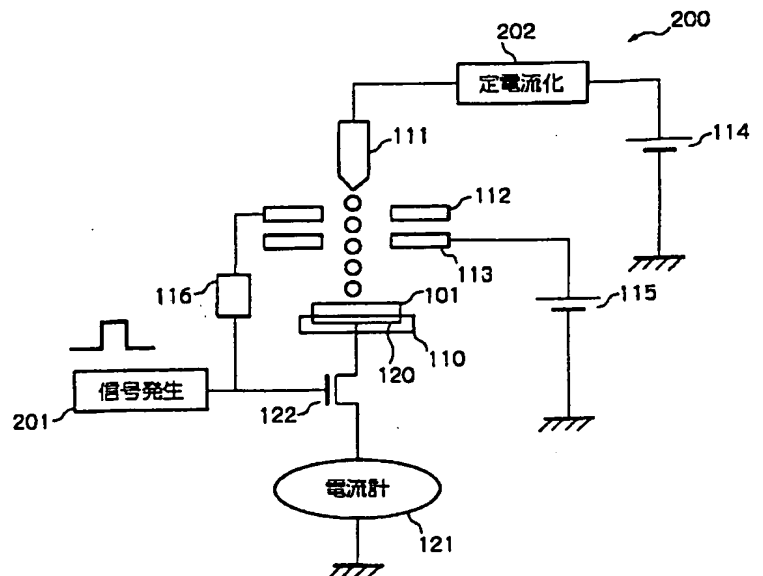
【図 7】



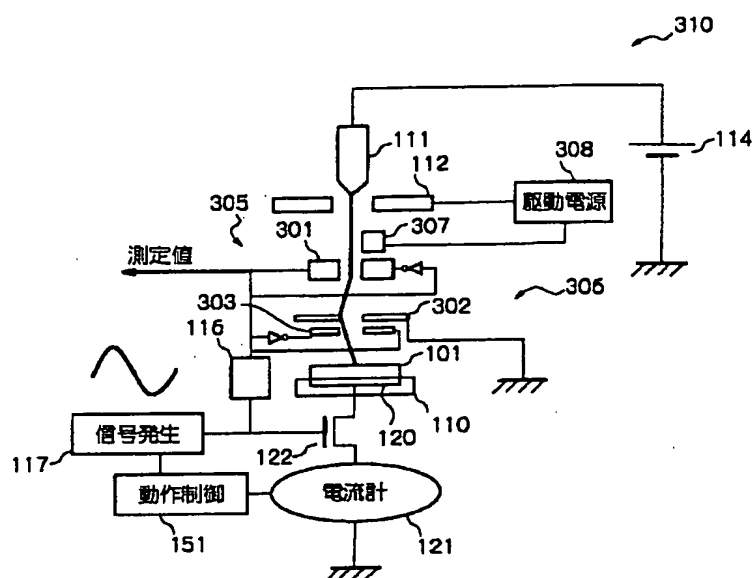
【図 8】



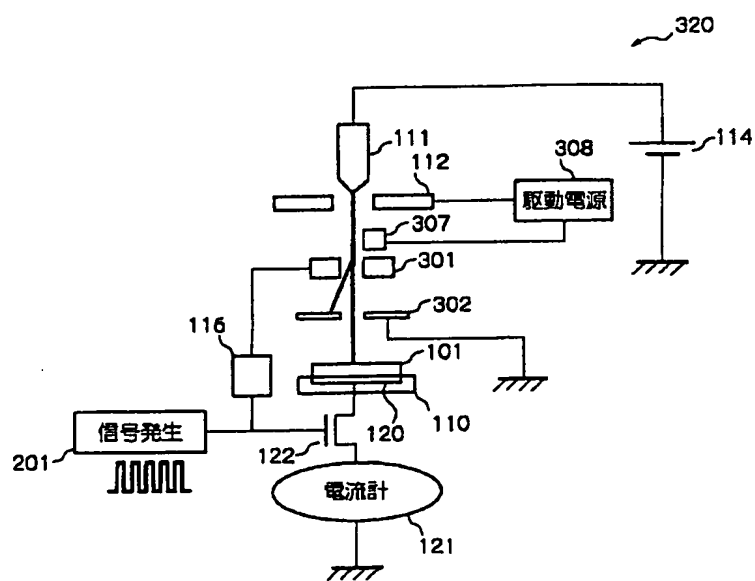
【図 9】



【図 12】



【図 13】



【図 16】

